

日 本 国 特 許 庁 20. 2. 2004  
JAPAN PATENT OFFICE

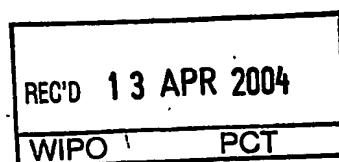
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2003年 5月19日  
Date of Application:

出 願 番 号 特願2003-140987  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-140987]

出 願 人 トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

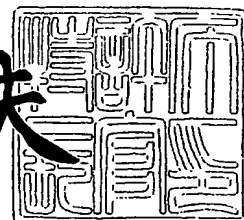


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PNTYA176

【提出日】 平成15年 5月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/02  
H01M 8/24

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 中西 治通

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 中田 圭一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 小林 雅史

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000017

【氏名又は名称】 特許業務法人アイテック国際特許事務所

【代表者】 伊神 広行

【電話番号】 052-218-3226

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0104390

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システム及びこれを搭載した車両

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電解質膜のカソード側に設けられた酸化ガス通路を通過する酸化ガス中の酸素と前記電解質膜のアノード側に設けられた燃料ガス通路を通過する燃料ガス中の水素との電気化学反応により発電する燃料電池と、

前記燃料ガス通路及び前記酸化ガス通路の少なくとも一方のガス通路に設けられ該ガス通路内の水滴を静電搬送して該ガス通路外へ排出する静電搬送手段と、  
を備えた燃料電池システム。

【請求項 2】 電解質膜のカソード側に設けられた酸化ガス通路を通過する酸化ガス中の酸素と前記電解質膜のアノード側に設けられた燃料ガス通路を通過する燃料ガス中の水素との電気化学反応により発電する燃料電池と、

前記燃料ガス通路及び前記酸化ガス通路の少なくとも一方のガス通路に並設され絶縁層に覆われた複数の電極と、

前記ガス通路内の水滴が該ガス通路外へ静電搬送されるよう前記複数の電極に電圧を印加する電圧印加手段と、

を備えた燃料電池システム。

【請求項 3】 前記電圧印加手段は、見かけ上、前記ガス通路の出口又は入口に向かって電圧の正負の切り替わりが進行するよう前記複数の電極に電圧を印加する、

請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】 前記複数の電極は、前記ガス通路のうち水滴が溜まりやすい箇所設けられている、

請求項 2 又は 3 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】 前記燃料電池は、前記電解質膜をアノードとカソードとで挟持した膜電極接合体の両側を一对の導電性セパレータで挟み込んだ構造を有し、

前記酸化ガス通路は、前記カソードと前記一对の導電性セパレータの一方に設けられた凹溝とによって形成され、

前記燃料ガス通路は、前記アノードと前記一对の導電性セパレータの他方に設

けられた凹溝とによって形成され、

前記複数の電極は、前記燃料ガス通路及び前記酸化ガス通路の少なくとも一方の前記凹溝内に設けられている、

請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載の燃料電池システム。

【請求項 6】 請求項 2 ～ 5 のいずれかに記載の燃料電池システムであって

前記燃料電池の運転状態を検知する運転状態検知手段と、

前記燃料電池の運転状態に基づいて、前記電圧印加手段に前記複数の電極への電圧印加を行わせるか否かを決定する電圧印加制御手段と、

を備えた燃料電池システム。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の燃料電池システムであって、

前記運転状態検知手段によって検知された前記燃料電池の運転状態が予め前記酸化ガス通路内に水滴が発生しやすい状態として定められた所定の運転状態か否かを判定する運転状態判定手段、

を備え、

前記電圧印加制御手段は、前記運転状態判定手段によって前記燃料電池の運転状態が前記所定の運転状態であると判定されたとき、前記電圧印加手段に前記複数の電極への電圧印加を行わせる、

燃料電池システム。

【請求項 8】 請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の燃料電池システムを搭載した車両。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池システム及びこれを搭載した車両に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、燃料電池システムとしては、電解質膜のカソード側に設けられた酸化ガス通路を通過する酸化ガス中の酸素とその電解質膜のアノード側に設けられた燃

料ガス通路を通過する燃料ガス中の水素との電気化学反応により発電する燃料電池と、酸化ガス通路に配置され駆動電圧に応じて変位を生じる圧電素子と、同じく酸化ガス通路に配置され圧電素子の変位を受けて振動する振動子と、を備えたものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この燃料電池システムでは、カソード側に電気化学反応によって水が生成し水滴となって酸化ガスの流通を妨げることがあるため、そのようなときには圧電素子を変位させて振動子に振動を発生させ、その振動によりカソード表面の水分を霧状に飛散させて除去する。

### 【 0 0 0 3 】

#### 【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 1 8 4 4 3 0 号公報（図 1）

### 【 0 0 0 4 】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、この燃料電池システムでは、可動部材である圧電素子や振動子を、限られたスペースであるガス通路に配置するため、構造が複雑化するという問題がある。また、ガス通路に水滴が発生したときには霧状に飛散させるのに時間がかかるおそれがある。

### 【 0 0 0 5 】

本発明は、このような課題に鑑みなされたものであり、簡素な構造でガス通路内の水分を除去可能な燃料電池システムを提供することを目的の一つとする。また、ガス通路に発生した水滴を水滴のまま除去可能な燃料電池システムを提供することを目的の一つとする。更に、このような燃料電池システムを備えた車両を提供することを目的の一つとする。

### 【 0 0 0 6 】

#### 【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明の燃料電池システム及びこれを搭載した車両は、上述の目的の少なくとも一つを達成するために以下の手段を採った。

### 【 0 0 0 7 】

本発明の燃料電池システムは、

電解質膜のカソード側に設けられた酸化ガス通路を通過する酸化ガス中の酸素

と前記電解質膜のアノード側に設けられた燃料ガス通路を通過する燃料ガス中の水素との電気化学反応により発電する燃料電池と、

前記燃料ガス通路及び前記酸化ガス通路の少なくとも一方のガス通路に設けられ該ガス通路内の水滴を静電搬送して該ガス通路外へ排出する静電搬送手段と、  
を備えたものである。

#### 【0008】

この燃料電池システムでは、ガス通路内の水滴を静電搬送することによりガス通路外へ排出する。つまり、静電力を利用してガス通路内の水分を除去する。したがって、振動子等の可動部材をガス通路内に配置することなく、簡素な構造でガス通路内の水分を除去することができる。また、ガス通路に発生した水滴を霧状にすることなくそのまま除去することができる。なお、酸化ガス通路には電気化学反応によって発生する水が凝縮しやすいため、酸化ガス通路に静電搬送手段を設けることが好ましい。また、静電搬送手段は、ガス通路内の水滴をそのガス通路の出口に向かって静電搬送してもよいし、そのガス通路の入口に向かって静電搬送してもよい。

#### 【0009】

本発明の燃料電池システムは、

電解質膜のカソード側に設けられた酸化ガス通路を通過する酸化ガス中の酸素と前記電解質膜のアノード側に設けられた燃料ガス通路を通過する燃料ガス中の水素との電気化学反応により発電する燃料電池と、

前記燃料ガス通路及び前記酸化ガス通路の少なくとも一方のガス通路に並設され絶縁層に覆われた複数の電極と、

前記ガス通路内の水滴が該ガス通路外へ静電搬送されるよう前記複数の電極に電圧を印加する電圧印加手段と、

を備えたものとしてもよい。

#### 【0010】

この燃料電池システムでは、ガス通路内の水滴がそのガス通路外へ静電搬送されるようガス通路に並設された複数の電極に電圧を印加することにより、ガス通路内の水分を除去する。つまり、静電力を利用してガス通路内の水分を除去する

。したがって、振動子等の可動部材をガス通路内に配置することなく、簡素な構造でガス通路内の水分を除去することができる。また、ガス通路に発生した水滴を霧状にすることなくそのまま除去することができる。なお、酸化ガス通路には電気化学反応によって発生する水が凝縮しやすいため、酸化ガス通路に複数の電極を設けることが好ましい。また、電圧印加手段は、ガス通路内の水滴がそのガス通路の出口に向かって静電搬送されるよう複数の電極に電圧を印加してもよいし、入口に向かって静電搬送されるよう複数の電極に電圧を印加してもよい。

#### 【0011】

本発明の燃料電池システムにおいて、前記電圧印加手段は、見かけ上、前記ガス通路の出口又は入口に向かって電圧の正負の切り替わりが進行するよう前記複数の電極に電圧を印加するようにしてもよい。こうすれば、ガス通路内に発生した水滴を効率よく出口又は入口へと導くことができる。

#### 【0012】

本発明の燃料電池システムにおいて、前記複数の電極は、前記ガス通路のうち水滴が溜まりやすい箇所に設けられていてもよい。複数の電極は、酸化ガス通路のすべてに設けられていたり燃料ガス通路のすべてに設けられていたりしてもよいが、例えば燃料電池の構造上水滴が溜まりやすい箇所がある場合にはその箇所に設けるようにしてもよい。こうすれば、水滴が溜まらない箇所には電極を設けないため、電極材料を節約することができる。

#### 【0013】

本発明の燃料電池システムにおいて、前記燃料電池は、前記電解質膜をアノードとカソードとで挟持した膜電極接合体の両側を一对の導電性セパレータで挟み込んだ構造を有し、前記酸化ガス通路は、前記カソードと前記一对の導電性セパレータの一方に設けられた凹溝とによって形成され、前記燃料ガス通路は、前記アノードと前記一对の導電性セパレータの他方に設けられた凹溝とによって形成され、前記複数の電極は、前記燃料ガス通路及び前記酸化ガス通路の少なくとも一方の前記凹溝内に設けられていてもよい。こうすれば、導電性セパレータのうちアノードやカソードと接触しない凹溝内に絶縁層に覆われた電極が並設されるため、このような電極を設けたことによりアノードやカソードと導電性セパレー



タとの導電性能が損なわれることがない。

#### 【0014】

本発明の燃料電池システムは、前記燃料電池の運転状態を検知する運転状態検知手段と、前記燃料電池の運転状態に基づいて、前記電圧印加手段に前記複数の電極への電圧印加を行わせるか否かを決定する電圧印加制御手段と、を備えていてもよい。燃料電池の運転中は常時、電圧印加手段により水滴が静電搬送されるよう複数の電極に電圧を印加してもよいが、燃料電池の運転状態に基づいて複数の電極への電圧印加を行わせるか否かを決定することにより、電力の消費量を節約することができる。この態様を採用した本発明の燃料電池システムは、更に、前記運転状態検知手段によって検知された前記燃料電池の運転状態が予め前記ガス通路内に水滴が発生しやすい状態として定められた所定の運転状態か否かを判定する運転状態判定手段、を備えていてもよく、前記電圧印加制御手段は、前記運転状態判定手段によって前記燃料電池の運転状態が前記所定の運転状態であると判定されたとき、前記電圧印加手段に前記複数の電極への電圧印加を行わせるようにしてもよい。こうすれば、ガス通路内に水滴が発生しやすい状態になったときに複数の電極への電圧印加を行わせることによりガス通路外へ水滴が静電搬送されるため、必要以上に電力を消費しない。なお、「燃料電池の運転状態」とは、例えば燃料電池への要求電力や燃料電池の出力電力・積算電力・出力電圧などが挙げられる。

#### 【0015】

本発明の燃料電池システムを搭載した車両は、上述した燃料電池システムを搭載しているため、振動子等の可動部材をガス通路内に配置することなく簡素な構造でガス通路内の水分を除去することができ、またガス通路に発生した水滴を霧状にすることなくそのまま除去することができるものであるから、これを搭載した車両も同様の効果が得られる。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は燃料電池システム12を搭載した車両10の概略を示す構成図、図2は燃料電池30の組立斜視

図、図 3 は酸化ガス通路を形成する側のセパレータの平面図、図 4 は図 3 の A-A 断面図、図 5 は電圧印加パターンの説明図である。

#### 【0017】

本実施形態の車両 10 は、図 1 に示すように、燃料電池システム 12 と、燃料電池システム 12 から供給される電力を駆動力に変換して減速ギヤ 16 を介して駆動輪 18、18 を回転させる駆動装置 14 と、全体の制御を司る電子制御ユニット 80 とを備えている。このうち、燃料電池システム 12 は、燃料ガス中の水素と酸化ガス中の酸素との電気化学反応により発電する燃料電池 30 を複数積層した燃料電池スタック 20 と、各燃料電池 30 へ酸化ガス・燃料ガスを供給するための供給マニホールド M1、M2 と、各燃料電池 30 を通過したあとの酸化ガス・燃料ガスを燃料電池スタック 20 の外へ排出するための排出マニホールド M3、M4 と、酸化ガス通路 36 の入口側から出口側に向かって水滴を静電搬送する複数の静電搬送用電極 37（図 3 参照）と、この静電搬送用電極 37 に電圧を印加する電圧印加装置 70 とを備えている。

#### 【0018】

燃料電池スタック 20 は、基本単位である燃料電池 30 を複数スタックし、その両端に集電板 21、22、絶縁板 23、24、エンドプレート 25、26 を順次配置したものである。集電板 21、22 は緻密質カーボンや銅板などガス不透過な導電性部材によって形成され、絶縁板 23、24 はゴムや樹脂等の絶縁性部材によって形成され、エンドプレート 25、26 は剛性を備えた鋼等の金属によって形成されている。また、集電板 21、22 にはそれぞれ出力端子 21a、22a が設けられており、燃料電池スタック 20 で生じた起電力を出力可能となっている。なお、図示しない保持機構により、エンドプレート 25、26 は複数の燃料電池 30 を積層方向に加圧した状態で保持している。

#### 【0019】

燃料電池 30 は、図 2 及び図 5 に示すように、電解質膜 31 をアノード 32 とカソード 33 とで挟み込んだ膜電極接合体（MEA）34 を、一对のセパレータ 40、40 で挟み込むことにより構成されている。電解質膜 31 は、湿潤状態で良好なプロトン伝導性を示す膜であり、例えばデュポン社製のナフィオン膜など

である。アノード 32 及びカソード 33 は、いずれも、白金又は白金と他の金属からなる合金を担持した触媒電極と炭素繊維からなる糸で織成したカーボンクロスにより形成されたガス拡散電極とにより構成されている。そして、MEA 34 は、アノード 32 と電解質膜 31 とカソード 33 とが熱圧着されて一体化されたものである。各セパレータ 40 は、ガス不透過の導電性部材、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした成形カーボンにより形成されている。図 2 に示すように、このセパレータ 40 の左辺及び右辺の略中央にはセパレータ 40 を貫通する酸化ガス供給口 41 及び酸化ガス排出口 43 が設けられ、上辺及び下辺の略中央には同じくセパレータ 40 を貫通する燃料ガス供給口 42 及び燃料ガス排出口 44 が設けられ、四隅には同じくセパレータ 40 を貫通する冷却水循環用の円孔 45～48 が設けられている。また、セパレータ 40 の一方の面には、酸化ガス供給口 41 から端を発して酸化ガス排出口 43 に至る複数の凹溝 36b (図 4 参照) からなる酸化ガス通路 36 が設けられ、他方の面には、燃料ガス供給口 42 から端を発して燃料ガス排出口 44 に至る複数の凹溝からなる燃料ガス通路 38 が設けられている。酸化ガス通路 36 を形成する凹溝 36b の底面には、図 4 に示すように絶縁下層 37a と絶縁上層 37b との間に挟まれた静電搬送用電極 37 が入口側から出口側に向かって複数並設されている。

#### 【0020】

MEA 34 とセパレータ 40 との間には図 2 に示すようにガスケット 50 が配置されており、このガスケット 50 は電解質膜 31 を挟み込み燃料ガスや酸化ガスのリークを防止したり、セパレータ 40、40 間において酸化ガス及び燃料ガスの混合を防止したりする役割を果たす。ガスケット 50 は、セパレータ 40 の酸化ガス供給口 41、燃料ガス供給口 42、酸化ガス排出口 43 及び燃料ガス排出口 44 にそれぞれ対向して穿設された長円孔 51～54 と、円孔 45～48 にそれぞれ対向して穿設された円孔 55～58 (円孔 55 は図示略) と、アノード 32 又はカソード 33 が入り込む大きさに形成された角孔 59 とを有している。

#### 【0021】

供給マニホールドのうち酸化ガス供給マニホールド M1 は、燃料電池 30 を構成するセパレータ 40 の酸化ガス供給口 41 とガスケット 50 の長円孔 51 とを燃料

電池スタック 20 の積層方向に連通する空洞であり、エアコンプレッサ 60 から流量調節弁 62 を介して酸化ガスとしてのエアが図示しない加湿器で加湿されたあと送り込まれる。また、燃料ガス供給マニホールド M2 は、燃料電池 30 を構成するセパレータ 40 の燃料ガス供給口 42 とガスケット 50 の長円孔 52 とを燃料電池スタック 20 の積層方向に連通する空洞であり、水素ボンベ 64 から流量調節弁 66 を介して燃料ガスとしての水素ガスが図示しない加湿器で加湿されたあと送り込まれる。更に、冷却水供給マニホールド M5, M6 は、燃料電池 30 を構成するセパレータ 40 の円孔 45, 46 とガスケット 50 の円孔 55, 56 とを燃料電池スタック 20 の積層方向に連通する空洞であり、冷媒としての冷却水が図示しないポンプにより供給される。

#### 【0022】

一方、排出マニホールドのうち酸化ガス排出マニホールド M3 は燃料電池 30 を構成するセパレータ 40 の酸化ガス排出口 43 とガスケット 50 の長円孔 53 とを燃料電池スタック 20 の積層方向に連通する空洞であり、各燃料電池 30 の酸化ガス通路 36 を通過したあとの酸化ガスを集めて燃料電池スタック 20 の外へと導出する。また、燃料ガス排出マニホールド M4 は燃料電池 30 を構成するセパレータ 40 の燃料ガス排出口 44 とガスケット 50 の長円孔 54 とを燃料電池スタック 20 の積層方向に連通する空洞であり、各燃料電池 30 の燃料ガス通路 38 を通過したあとの燃料ガスを集めて燃料電池スタック 20 の外へと導出する。なお、導出後の燃料ガスは未反応の水素を含むため再び燃料ガス供給マニホールド M2 へ導入してもよい。更に、冷却水排出マニホールド M7, M8 は、燃料電池 30 を構成するセパレータ 40 の円孔 47, 48 とガスケット 50 の円孔 57, 58 とを燃料電池スタック 20 の積層方向に連通する空洞であり、燃料電池スタック 20 において数個の燃料電池 30 ごとに配置された図示しない冷却水用セパレータに設けられた冷却水通路を通過したあとの冷却水を集めて燃料電池スタック 20 の外へと導出する。なお、この冷却水は、図示しない放熱器で放熱したあと再び冷却水供給マニホールド M5, M6 へ供給される。

#### 【0023】

複数の静電搬送用電極 37 は、図 3 及び図 4 に示すように、各酸化ガス通路 3

6の入口側から出口側に向かって複数個並設されている。これらの静電搬送用電極37は、各酸化ガス通路36の凹溝36bの底面を覆う絶縁下層37a上に配置され、絶縁上層37bによって表面が覆われている。また、これらの静電搬送用電極37は、0.2mm幅（通路方向の長さ）の線状電極であって0.5～1mmピッチで並設されている。更に、これらの静電搬送用電極37は印加する電圧パターンに応じてa相～f相の6つの相に分けられ、これらの静電搬送用電極37の配線は各相ごとに1つに結線されて電圧印加装置70と接続されている。これらの静電搬送用電極37や配線パターンは、例えば周知のプリント配線板作成技術を利用して作成される。

#### 【0024】

電圧印加装置70は、図5に示す電圧印加パターンで複数の静電搬送用電極37に電圧を印加する装置であり、a相～f相のうち同じ相に属する複数の静電搬送用電極37に対して同じ電圧を印加する装置である。

#### 【0025】

駆動装置14（図1参照）は、図示しないが、燃料電池スタック20で発生した直流電力を交流電力に変換する電力変換装置やその交流電力で回転駆動される走行用モータなどを備えている。

#### 【0026】

電子制御ユニット80は、図1に示すように、CPU82を中心としたマイクロプロセッサとして構成されており、CPU82の他に、処理プログラム等が記憶されたROM84と、一時的にデータを記憶するRAM86と、図示しない入出力ポートとを備えている。この電子制御ユニット80には、図示しないアクセルペダルセンサからのアクセルペダル開度信号APや図示しない車速センサからの車速信号Vのほか、燃料電池スタック20の積算電力を検出する電力計72からの積算電力量や、駆動装置14に含まれる電力変換装置の入出力電圧信号などが入力ポートを介して入力される。また、電子制御ユニット80からは、電圧印加装置70への制御信号のほか、駆動装置14に含まれる電力変換装置や走行用モータへの制御信号などが出力ポートを介して出力される。

#### 【0027】

次に、こうして構成された本実施形態の車両 10 の動作について説明する。まず、酸化ガス通路 36 内の水滴を入口側から出口側へと静電搬送する動作について説明する。電圧印加装置 70 は、図 5 に示す電圧印加パターンに則して、まず、静電搬送用電極 37 のうち a 相、b 相、c 相、d 相、e 相、f 相にそれぞれ (+, +, 0, -, -, 0) という電圧を印加し (図 5 の No. 1 参照)、次に (0, +, +, 0, -, -) という電圧を印加し (図 5 の No. 2 参照)、次に (-, 0, +, +, 0, -) という電圧を印加し (図 5 の No. 3 参照)、次に (-, -, 0, +, +, 0) という電圧を印加し (図 5 の No. 4 参照)、次に (0, -, -, 0, +, +) という電圧を印加し (図 5 の No. 5 参照)、次に (+, 0, -, -, 0, +) という電圧を印加する (図 5 の No. 6 参照)。本実施形態では、この No. 1 から No. 6 を 1 サイクルとし、このサイクルで繰り返し a 相～f 相に電圧を印加する。具体的には 6 相矩形波の電圧を印加する。また、図 5 における No. 1 から No. 6 に至るまでの電圧の正負の変遷を見れば明らかなように、時間経過に伴い見かけ上、酸化ガス通路 36 の入口側から出口側に向かって電圧の正負の切り替わりが進行している。このとき、酸化ガス通路 36 上の水滴は、静電誘導により帯電し、図 5 における No. 1 から No. 6 に至る電圧の正負の変遷に応じて水滴近傍の静電搬送用電極 37 と反発又は吸引しながら酸化ガス通路 36 の入口側から出口側へ移動する。このようにして、電圧印加装置 70 が複数の静電搬送用電極 37 に図 5 の電圧印加パターンで電圧を印加することにより、酸化ガス通路 36 上の水滴は入口側から出口側へと静電搬送される。

#### 【0028】

次に、車両走行時に酸化ガス通路 36 内に生成した水滴を排出する動作について説明する。図 6 は、電子制御ユニット 80 の CPU 82 により実行される静電搬送ルーチンのフローチャートである。このルーチンは、ROM 84 に記憶され、CPU 82 により所定時間ごと (例えば数 msec ごと) に繰り返し実行される。このルーチンが開始されると、CPU 82 は、まず、燃料電池スタック 20 に要求される電力が予め定められた閾値 T1 を超えるか否か、つまり燃料電池スタック 20 に高出力が要求されているか否かを判定する (ステップ S110)。

ここで、燃料電池スタック 20 に要求される電力は、現在の車速信号 V やアクセルペダル開度信号 AP から ROM 84 に記憶されている図示しないマップに基づいて算出した駆動輪 18, 18 に要求される動力に基づいて算出される。また、閾値 T1 は、予め経験的に求めた値である。具体的には、燃料電池スタック 20 の出力が高いほど電気化学反応が活発に起きるため、生成水が多量に発生して酸化ガス通路 36 内に凝縮水が溜まり酸化ガスの流通を阻害しやすい。このため、酸化ガス通路 36 内に生じる凝縮水と燃料電池スタック 20 の出力電力との関係を予め実験で求め、酸化ガスの流通を阻害するおそれがある凝縮水量が生じた時点の燃料電池スタック 20 の出力電力を閾値 T1 としている。

#### 【0029】

さて、ステップ S110 で燃料電池スタック 20 に要求される電力が閾値 T1 を超えないと判定されたときには、高出力フラグ F をリセットしてゼロとし（ステップ S120）、本ルーチンを終了する。一方、燃料電池スタックに要求される電力が閾値 T1 を超えると判定されたときには、高出力フラグ F が 1 か否かを判定し（ステップ S130）、高出力フラグ F が 1 でなかったときには燃料電池スタック 20 に高出力が要求されている状態であることを示すために高出力フラグ F に 1 をセットし（ステップ S140）、続いて電力計 72 の積算電力をゼロにリセットしたあと電力の積算を開始させ（ステップ S150）、本ルーチンを終了する。

#### 【0030】

一方、ステップ S130 で高出力フラグ F が 1 だったときには、前回このルーチンを実行したとき既に燃料電池スタック 20 に高出力が要求されていたことになるが、そのときには電力計 72 から積算電力を入力し（ステップ S160）、その積算電力が予め定めた閾値 T2 を超えるか否かを判定する（ステップ S170）。ここで、ステップ S110 で要求電力が閾値 T1 を超えたとしても、その後速やかに要求電力が閾値 T1 未満に下がる場合つまり要求電力が閾値 T1 を超えてからの積算電力が相当量に達していない場合には、一時的に電気化学反応が活発になるものの凝縮水が発生するには至らないが、要求電力が閾値 T1 を超えた状態が長く続く場合つまり要求電力が閾値 T1 を超え且つ積算電力が相当量に

達した場合には、凝縮水が発生しやすい。このため、そのような積算電力の相当量を予め実験で求め、その相当量を閾値 T2 としている。

#### 【0031】

さて、ステップ S170 で積算電力が閾値 T2 を超えないと判定されたときには、そのまま本ルーチンを終了し、積算電力が閾値 T2 を超えたと判定されたときには、凝縮水が発生しているおそれがあるため、電圧印加装置 70 へ印加開始信号を出力し（ステップ S180）、本ルーチンを終了する。この印加開始信号を入力した電圧印加装置 70 は、予め定められた時間長さだけ、図 5 に示す電圧印加パターンに則して複数の静電搬送用電極 37 に電圧を印加する。すると、既述の作用機構により、酸化ガス通路 36 内の凝縮水は入口側から出口側へと静電搬送される。

#### 【0032】

以上詳述した本実施形態によれば、静電力を利用して酸化ガス通路 36 内の凝縮水を除去するため、振動子等の可動部材を酸化ガス通路 36 内に配置することなく、簡素な構造で酸化ガス通路 36 内の凝縮水を除去することができるし、酸化ガス通路 36 に発生した凝縮水を霧状にすることなくそのまま除去することもできる。また、電圧印加装置 70 は、見かけ上、酸化ガス通路 36 の出口に向かって電圧の正負の切り替わりが進行するよう複数の静電搬送用電極 37 に電圧を印加するため、酸化ガス通路 36 内に発生した凝縮水を効率よく酸化ガス排出マニホールド M3 へと導くことができる。更に、複数の静電搬送用電極 37 はセパレータ 40 のうちカソード 33 と接触しない酸化ガス通路 36 の凹溝 36b の底面に絶縁下層 37a 及び絶縁上層 37b に覆われて並設されているため、このような電極 37 を設けたことによりカソード 33 とセパレータ 40 との接触面積（セパレータ 40 の凸面 36a の面積）が減少することはない、導電性能が損なわれることがない。更にまた、酸化ガス通路 36 内に凝縮水が発生しやすい状態になったとき（つまり要求電力が閾値 T1 を超え且つ積算電力が相当量に達したとき）のみ、電圧印加装置 70 に複数の静電搬送用電極 37 への電圧印加を行わせるため、静電搬送が不要であるにもかかわらず電圧印加を行う場合に比べて、電力消費量を抑えることができる。そしてまた、酸化ガス供給マニホールド M1 に供給



する酸化ガスの圧力を上げて凝縮水を吹き飛ばすことも考えられるが、その場合にはエアコンプレッサ 60 の容量を大きくする必要があるため大きな設置スペースを占有するのに対して、本実施形態では酸化ガスにより凝縮水を吹き飛ばす必要がないためエアコンプレッサ 60 の容量を小さくできコンパクト化に寄与することができる。但し、本発明は凝縮水を吹き飛ばす構成と併用することを排除するものではない。

### 【0033】

なお、本発明は上述した実施形態に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

### 【0034】

例えば、上述した実施形態では、要求電力が閾値  $T_1$  を超え且つ積算電力が相当量に達したときのみ電圧印加装置 70 に複数の静電搬送用電極 37 への電圧印加を行わせるようにしたが、要求電力が閾値  $T_1$  を超えたときに電圧印加装置 70 に複数の静電搬送用電極 37 への電圧印加を行わせるようにしてもよいし、積算電力がある値（凝縮水が発生するときの積算電力値であって経験的に求めた値）に達するごとに電圧印加装置 70 に複数の静電搬送用電極 37 への電圧印加を行わせるようにしてもよい。あるいは、静電搬送での消費電力は極めて小さいことから、常時、電圧印加装置 70 に複数の静電搬送用電極 37 への電圧印加を行わせるようにしてもよい。あるいは、酸化ガス通路 36 内の水分が過多か否かを判定し、水分が過多のときには電圧印加装置 70 に複数の静電搬送用電極 37 への電圧印加を行わせるようにしてもよい。ここで、同通路 36 内の水分が過多か否かは、例えば、各燃料電池 30 ごとに出力電圧を検知する電圧センサを取り付け、予め実験で同通路 36 内の水分が過多となったときの出力電圧の挙動を把握しておき、その挙動と現在の各燃料電池 30 の出力電圧の挙動とを比較することにより判定してもよい。

### 【0035】

また、上述した実施形態では、酸化ガス通路 36 のすべてに静電搬送用電極 37 を設けたが、酸化ガス通路 36 のうち凝縮水が溜まりやすい箇所だけにのみ静電搬送用電極 37 を設けてもよい。具体的には、図 7 に示すように、酸化ガス通路 3

6が水平方向に設けられている場合には重力の作用により下側の酸化ガス通路36に凝縮水が溜まりやすいので、ここにのみ静電搬送用電極37を設けてもよい。こうすれば、電極材料を節約することができる。

#### 【0036】

更に、上述した実施形態では、酸化ガス供給装置としてエアコンプレッサ60を採用したが、凝縮水を酸化ガスで吹き飛ばす必要がなく酸化ガスの入り圧（供給圧）をそれほど高くしなくてもよいことから、エアコンプレッサ60の代わりにプロアを採用してもよい。但し、静電搬送によって凝縮水を除去する手法と共に、酸化ガスの入り圧を高くして凝縮水を吹き飛ばすことにより凝縮水を除去する手法を併用してもよく、その場合には凝縮水を吹き飛ばすだけの圧力で酸化ガスを供給できる能力を持ったエアコンプレッサ60を採用する。

#### 【0037】

更にまた、上述した実施形態では、図5の電圧印加パターンを採用したが、酸化ガス通路36内の凝縮水を出口へ静電搬送できるのであれば特にどのような電圧印加パターンを採用してもよい。

#### 【0038】

そして、上述した実施形態では、酸化ガス通路36を酸化ガス供給口41から酸化ガス排出口43に至る直線状の凹溝として形成したが、折れ曲がった形状の凹溝としてもよいし、セパレータ40の面に小さな立方体又は直方体を間隔をもって配置してその間隔を縫うような経路を酸化ガス通路36としてもよい。

#### 【0039】

そしてまた、上述した実施形態では、酸化ガス通路36内の水滴を静電搬送して酸化ガス通路36の出口つまり酸化ガス排出マニホールドM3へ排出するようにしたが、酸化ガス通路36内の水滴を静電搬送して酸化ガス通路36の入口つまり酸化ガス供給マニホールドM1へ排出するようにしてもよい。例えば、酸化ガス通路36の入口が出口よりも下方に配置されている場合には、酸化ガス通路36内の水滴に働く重力を考慮して水滴を出口ではなく入口へ排出するようにするのが好ましいことがある。

#### 【0040】

そして更に、上述した実施形態では、酸化ガス通路 36 に静電搬送用電極 37 を並設したが、これに代えて又はこれに加えて、燃料ガス通路 38 にも同様の静電搬送用電極を並設し、燃料ガス通路 38 に溜まった水滴を静電搬送するようにしてもよい。

#### 【0041】

そして更にまた、上述した実施形態では、燃料電池システム 12 を車両 10 に搭載した場合を例示したが、この燃料電池システム 12 を列車や航空機等の輸送機器に適用してもよいし、家庭や工場等に設置されるコジェネレーションシステムに組み入れてもよい。いずれの場合も上述した実施形態と同様の効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 燃料電池システムを搭載した車両の概略を示す構成図である。

【図 2】 燃料電池の組立斜視図である。

【図 3】 酸化ガス通路を形成する側のセパレータの平面図である。

【図 4】 図 3 の A-A 断面図である。

【図 5】 電圧印加パターンの説明図である。

【図 6】 静電搬送ルーチンのフローチャートである。

【図 7】 酸化ガス通路を形成する側のセパレータの平面図である。

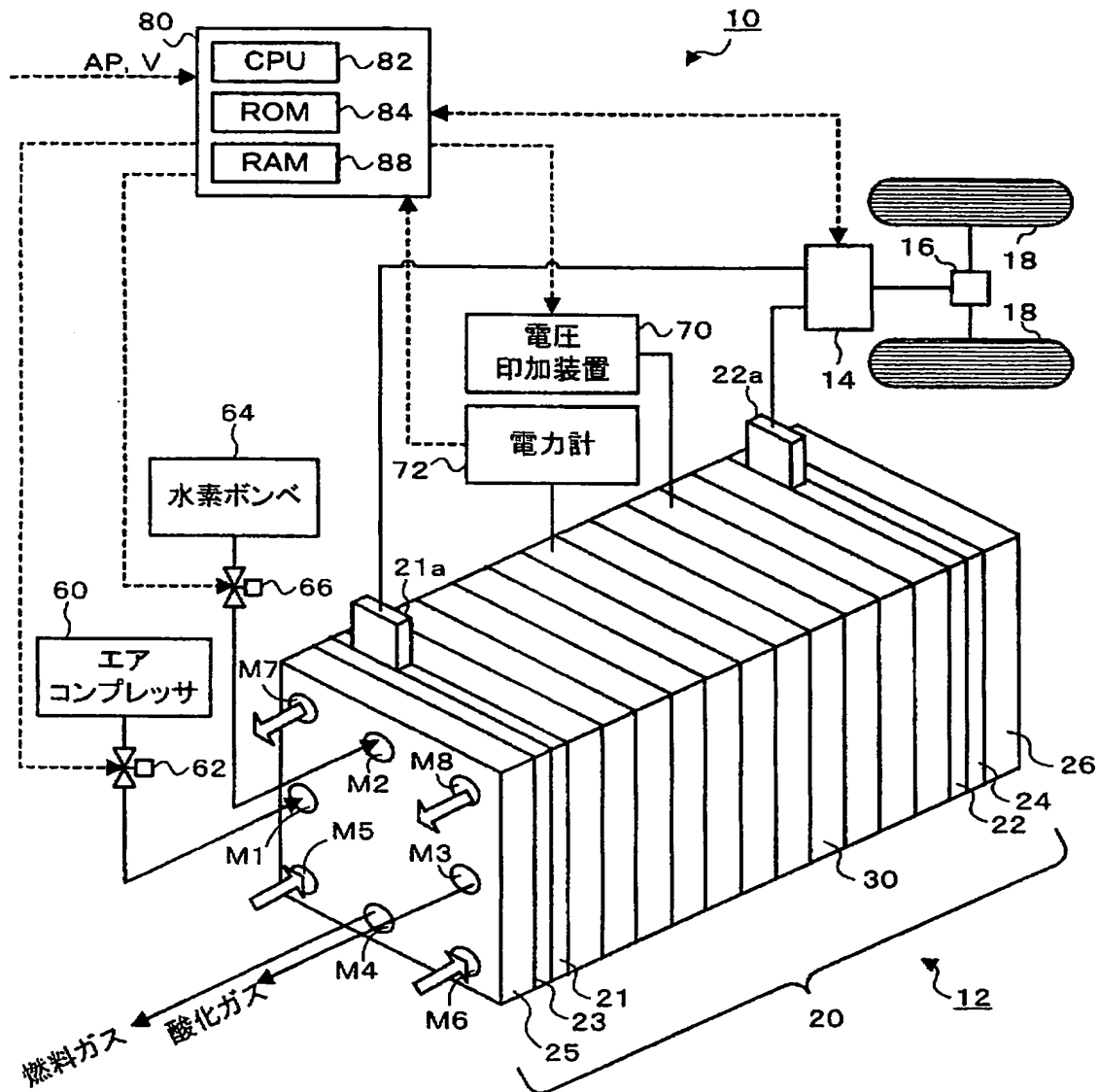
#### 【符号の説明】

10 車両、12 燃料電池システム、14 駆動装置、16 減速ギヤ、18 駆動輪、20 燃料電池スタック、21, 22 集電板、21a, 22a 出力端子、23, 24 絶縁板、25, 26 エンドプレート、30 燃料電池、31 電解質膜、32 アノード、33 カソード、34 MEA、36 酸化ガス通路、36a 凸面、36b 凹溝、37 静電搬送用電極、37a 絶縁下層、37b 絶縁上層、38 燃料ガス通路、40 セパレータ、41 酸化ガス供給口、42 燃料ガス供給口、43 酸化ガス排出口、44 燃料ガス排出口、45～48 円孔、50 ガスケット、51～54 長円孔、55～58 円孔、59 角孔、60 エアコンプレッサ、62 流量調節弁、64 水素ポンペ、66 流量調節弁、70 電圧印加装置、72 電力計、80 電子制

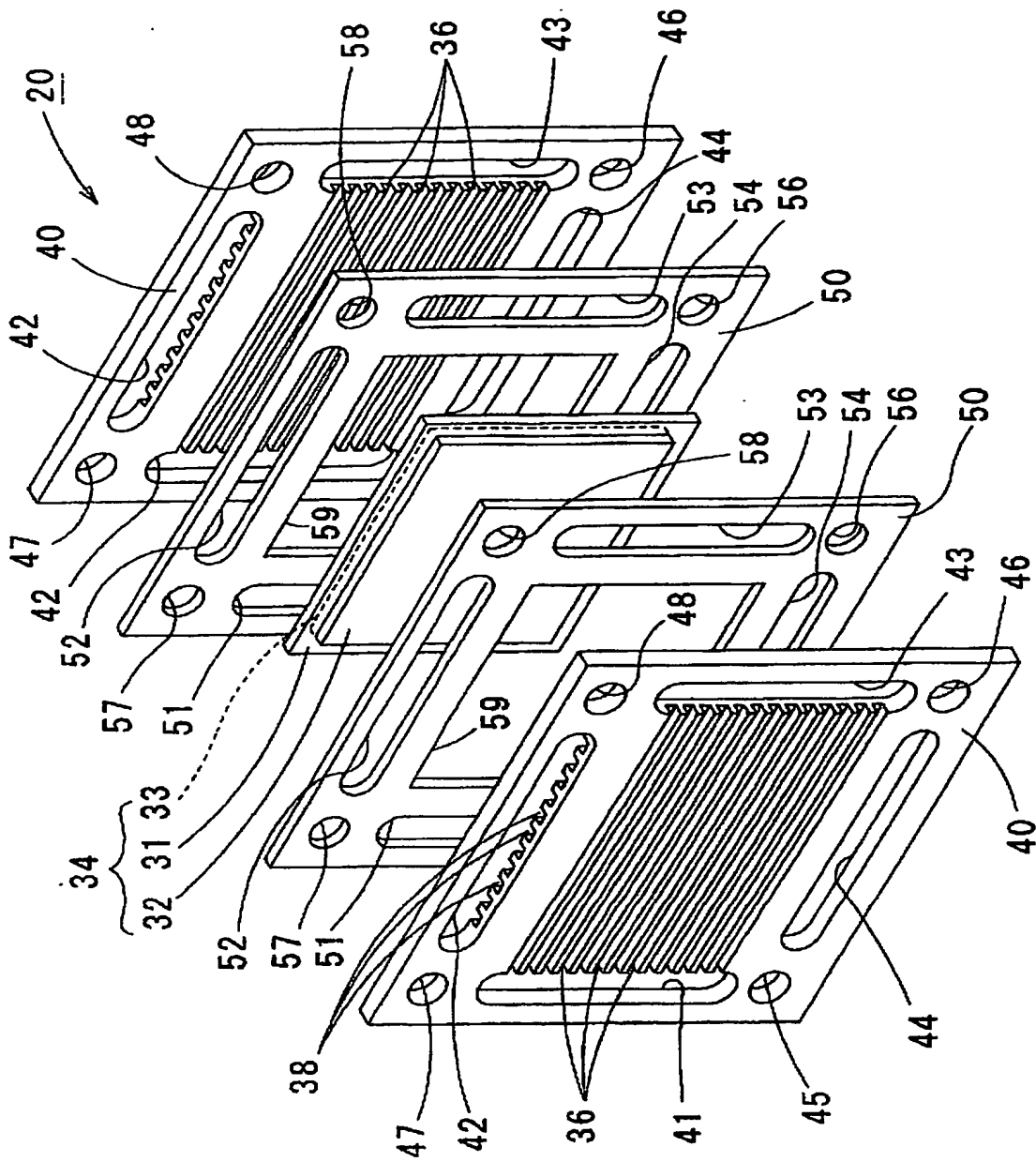
御ユニット、M1 酸化ガス供給マニホールド、M2 燃料ガス供給マニホールド、  
M3 酸化ガス排出マニホールド、M4 燃料ガス排出マニホールド、M5, M6  
冷却水供給マニホールド、M7, M8 冷却水排出マニホールド。

【書類名】 図面

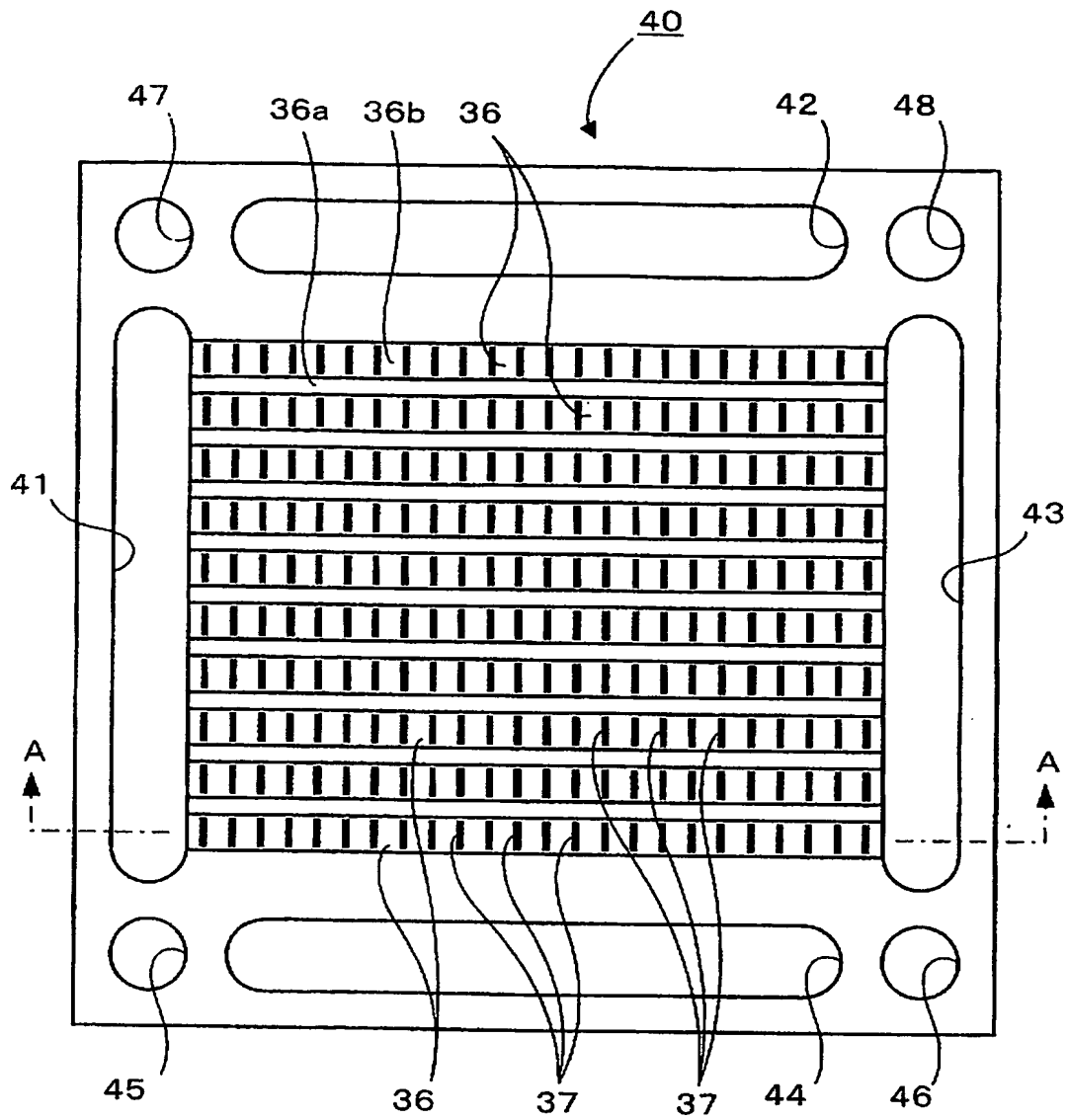
【図1】



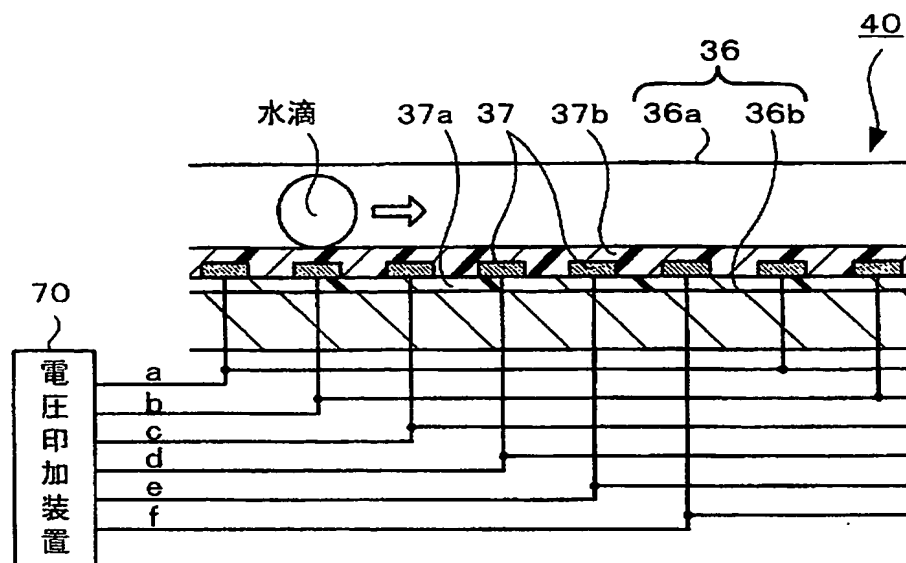
【図 2】



【図 3】



【図4】



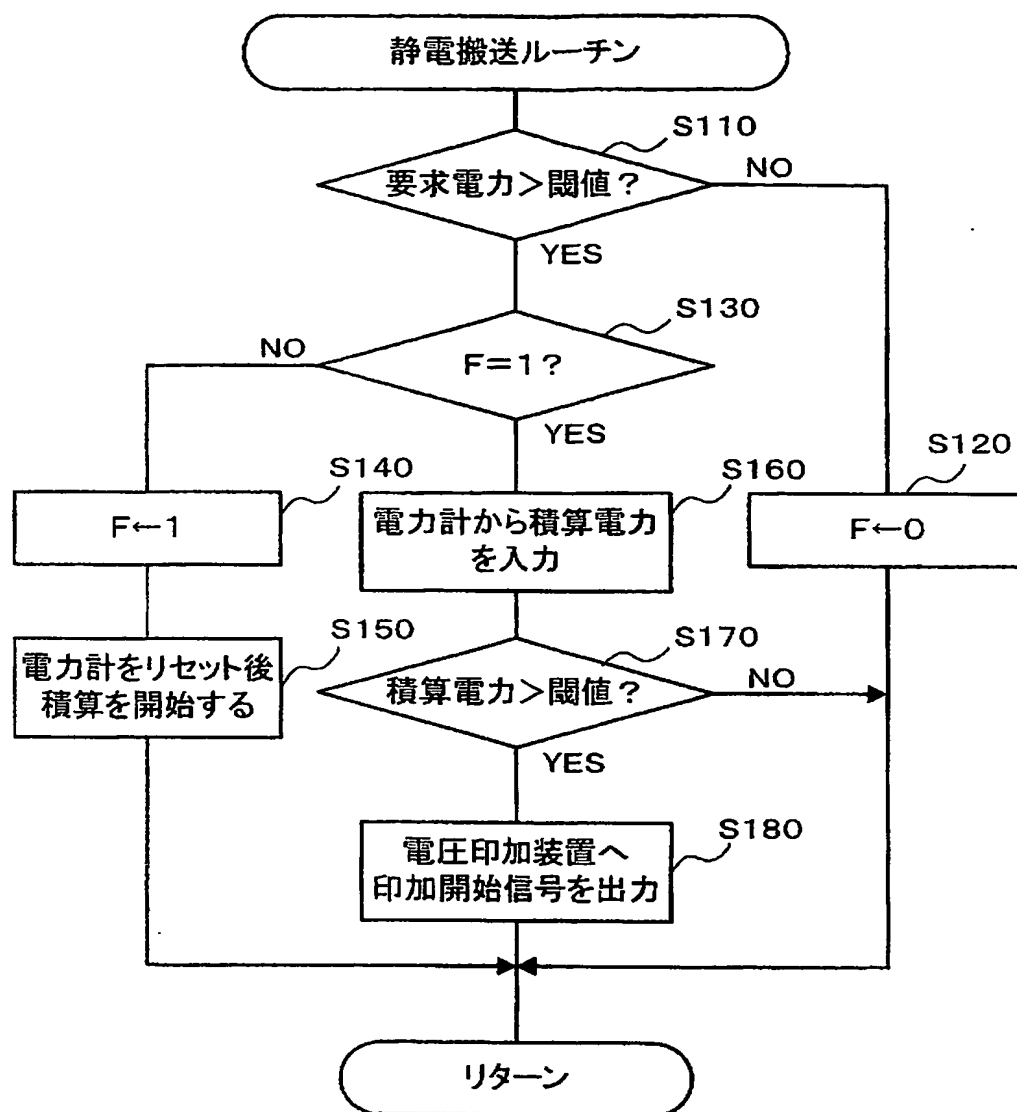
【図5】

	a	b	c	d	e	f
1	+	+	0	-	-	0
2	0	+	+	0	-	-
3	-	0	+	+	0	-
4	-	-	0	+	+	0
5	0	-	-	0	+	+
6	+	0	-	-	0	+

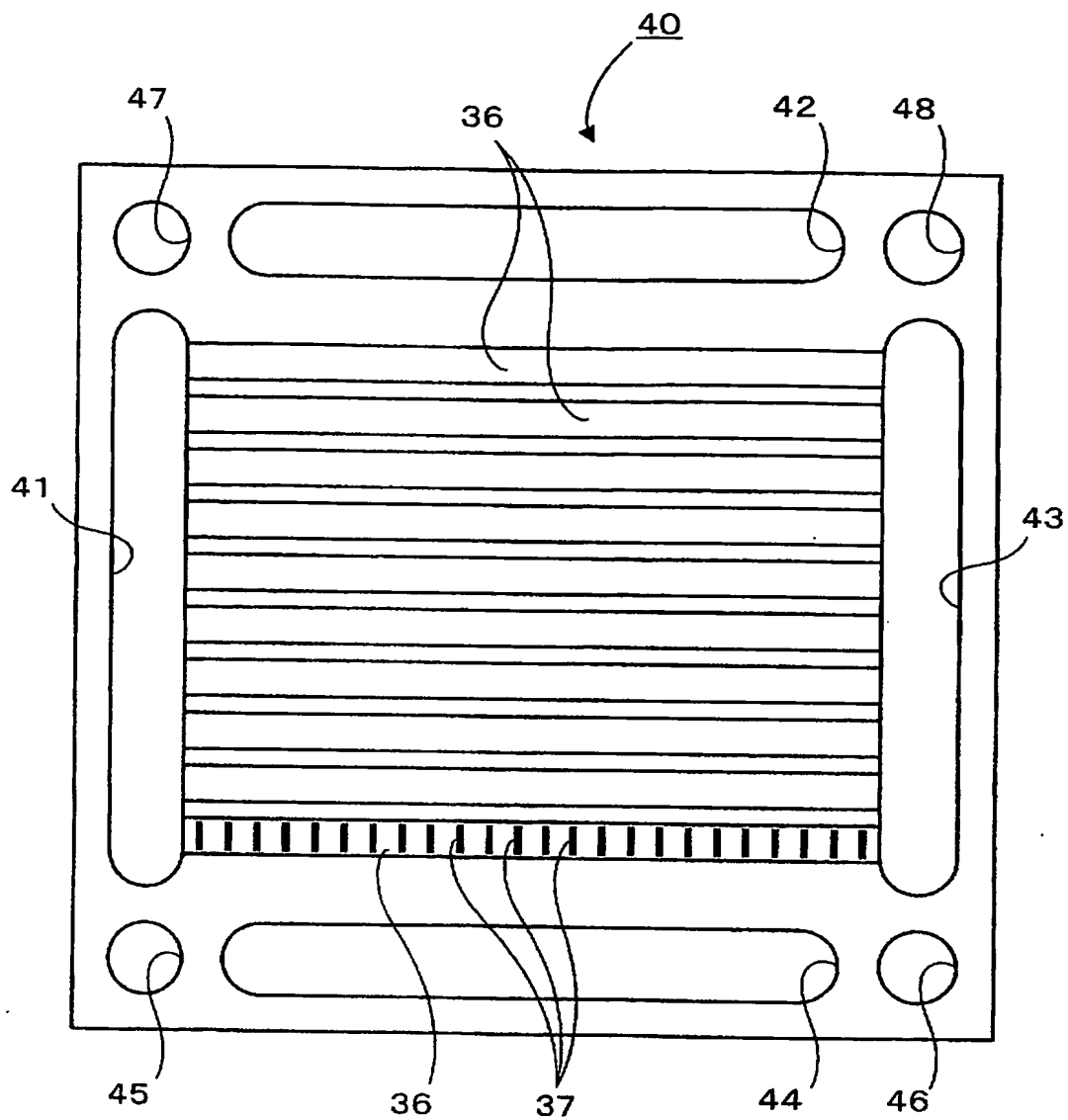
1サイクル



【図6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡素な構造でガス通路内の水分を除去する。

【解決手段】 電圧印加装置は、複数の静電搬送用電極 37 に電圧を印加するにあたって、a 相、b 相、c 相、d 相、e 相、f 相にそれぞれ (+, +, 0, -, -, 0) という電圧を印加し、次に (0, +, +, 0, -, -) という電圧を印加し、次に (-, 0, +, +, 0, -) という電圧を印加し、次に (-, -, 0, +, +, 0) という電圧を印加し、次に (0, -, -, 0, +, +) という電圧を印加し、次に (+, 0, -, -, 0, +) という電圧を印加する。これを 1 サイクルとして繰り返し a 相～f 相に電圧を印加する。このとき、酸化ガス通路 36 上の水滴は、静電誘導により帯電し、電圧の正負の変遷に応じて水滴近傍の静電搬送用電極 37 と反発又は吸引しながら酸化ガス通路 36 の入口側から出口側へ移動する。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 3 - 1 4 0 9 8 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社